

昆曼国际大通道

思茅—小勐养高速公路建设丛书·第一册

王珏 主编

生态公路探索与实践

Shengtai Gonglu Tansuo Yu Shijian



人民交通出版社
China Communications Press

昆曼国际大通道

思茅—小勐养高速公路建设丛书·第一册

生态公路探索与实践

Shengtai Gonglu Tansuo yu Shijian

王 珏 主编



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

思小高速公路,经过热带雨林,穿越自然保护区,以“科学发展观”为指导,以“人与自然和谐发展”为目标,在公路建设新理念的指引下,积极进行探索与实践,终于如愿以偿,获得成功经验。

本书所述内容,重点论述了公路生态、景观、安全及建设管理方面探索与实践的经验,主要内容有:以天人和諧、保护自然为特色的环境保护技术,师法自然、突出民族内涵的景观营造技术,以人为本、安全至上的交通安全保障技术及注重细节、严谨无缝的建设管理经验。书中内容丰富、新颖,图文并茂,其经验可供公路建设管理干部、科研、设计和施工技术人员借鉴,可供有关院校教师参考,亦可作为在校学生的专题教材。

图书在版编目(CIP)数据

生态公路探索与实践 / 王珏主编. — 北京:人民交通出版社, 2007.8

(昆曼国际大通道: 思茅—小勐养高速公路建设丛书; 1)

ISBN 978-7-114-06438-8

I. 生… II. 王… III. 高速公路—道路工程—环境保护—云南省 IV. U412.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 028086 号

审图号: GS(2007)578 号

昆曼国际大通道

书 名: 思茅—小勐养高速公路建设丛书·第一册

生态公路探索与实践

著 作 者: 王 珏

责任编辑: 刘永芬

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 中青印刷厂

开 本: 889 × 1194 1/16

印 张: 13

字 数: 400 千

版 次: 2007 年 8 月第 1 版

印 次: 2007 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06438-8

定 价: 130.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

昆曼国际大通道

思茅—小勐养高速公路建设丛书

编写委员会

主 任 杨光成

副主任 吴卫平

编 委 杨光成 康仲明 吴卫平 黄立新 姜志刚
张诚安 吴子润 杨家福 闫政达 杨春明
吴忠彩 杨 延 张从明 王 时 王 珏
常 征 喻正富 李国锋

生态公路探索与实践

编写人员

主 编 王 珏

编写人员: 李国锋 孟 强 张巍汉 吴华金 李志厚
柏松平 沈 毅 何 勇 杨光友 王 丹
普文云 昂洪生 罗维红 尚丽丽 庄凌云
罗绍建 张发亮 沈剑卿

序

思茅至小勐养高速公路，是昆明至曼谷国际大通道的重要路段，也是中国第一条经过热带雨林的生态高速公路，在我国公路建设史上具有开风气之先的引导价值和典范意义。

全长97.75公里的思小高速公路，有1/3以上的路段穿越小勐养自然保护区的边缘地带，所处环境除了野生植物群落外，还栖息着国家一级保护动物亚洲象等珍贵野生动物。具有前瞻意识的思小公路建设者，按照“生态公路”的建设目标，采取了一系列保护生态环境的有效措施；具有傣族风格的公路文化景观，与沿途种植的49种土生植物，使这条公路偎红倚翠，与自然高度和谐，呈现出一幅绿水映虹桥、青山披彩带的美丽画面。

思小公路的建设经验得到了国家领导人的赞许和全行业的重视。2006年5月13日，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席胡锦涛同志全程视察了思小高速公路，对公路建设注重环保与生态，节约土地资源的做法给予了充分的肯定。胡总书记指出：只要认真落实了科学发展观，不仅开发建设与环保可以共赢，人与自然也完全可以和谐相处。在2007年的全国交通工作会议上，李盛霖部长总结了思小高速公路等路段生态示范工程的建设经验，提出坚持以科学发展观为统领，加快建设创新型、资源节约型和环境友好型的交通行业理念。

筑路人是天生的开拓者。在他们眼中，不断延伸的路是自己精彩人生的五线谱，宣泄着他们不可遏抑的创造激情。思小高速公路不仅是一项交通工程，更是一件精彩的艺术作品，远眺可见其恢弘景象，近观可悟其含蓄意境。她的创作者充满人文情怀，尊重天地万物，整个作品构思视野开阔，细节处理细腻，表现出别具一格的品质：一是环保性，二是创新性。

环保是建设和谐世界的一个主题。思小高速公路的建设者正确处理交通发展与资源节约和环境保护的关系，结合独特的建设环境和人文环境实际，通过认真研究、论证、设计和建设，把思小高速公路建设成为一条环保之路、景观之路、生态之路，体现了交通部建设环境友好型、资源节约型和质量效益型公路的工作要求，既满足了国际大通道的功能需求，又方便沿线居民出行；既体现以人为本的建设方针，又处处反映着公路建设的新理念，最大限度保护了沿线生态环境，给野生动物留下了足够的栖息、活动和觅食空间，实现了“车在林上行、人在画中游”的美好愿景，对促进云南乃至全国的政治、经济和文化发展，发挥了重要的作用。

创新是知识经济时代的最强音。思小高速公路的建设者，在建设创新型交通行业和生态公路建设的实践中，坚持以理念创新为先导，不断提高创新能力，激



发创新活力，增强创新实力，把思小高速公路打造成了依靠科技进步，开展综合创新的标本。他们在多学科的接壤处进行多维度创新，包括消化吸收之理念创新，系统整合之集成创新，自主研发之原始创新。思小高速公路建设以具体工程项目为依托，进行了环境保护及工程对策、路基支挡结构、连拱隧道监测和超前地质预报、热带雨林沥青路面和多雨量气候桥面防水、雾区交通安全管理和全程监控七大类科技研究工作，保障了工程的顺利实施，体现了“安全、环保、和谐、服务”的工程建设效果。

思小高速公路是云南省全面贯彻落实科学发展观建成的一条高速公路，它的建成，对于完善国道网络、开拓昆曼国际大通道，促进对外开放具有不可替代的作用；更重要的是，这条穿越热带雨林的高速公路，为我国生态高速公路的建设树立了具有说服力的楷模。

思小公路勤劳而又睿智的建设者们，在施工中认真思考，在实践中不断总结，在思小高速公路建成通车后，又完成了一项宏大的精神工程，汇集出版了《昆曼国际大通道：思茅—小勐养高速公路建设丛书》，这种做法体现了建设者难能可贵的敬业精神和求真务实的科学态度，其热情至足感佩，值得在全行业大力倡导。在此，我衷心祝贺该套丛书的正式出版，并希望丛书能为公路建设者们提供有益的借鉴和参考。

让我们共同努力，为进一步提升我国的公路的建设水平作出更大的贡献。

云南省交通厅厅长：

杨光远

前言

思小高速公路,经过热带雨林,穿越西双版纳国家级自然保护区的试验区,其地理位置显赫,建设环境特殊,社会各界人士非常关注,我国各级政府部门对其建设十分重视。

为了保护热带雨林生态环境,在思小高速公路筹建期间,云南省人民政府给该公路制定出“人与自然和谐发展”建设目标,要求建设者们事无巨细地认真贯彻落实,一定要把思小公路建设成一条生态高速公路。

思小高速公路建设者们积极探索、埋头实践,以科学发展观为指针,以新理念为先导,积极学习和引进国内外生态公路建设的成功经验和研究成果,按照交通部典型示范工程的有关要求,结合热带雨林的特点,先后邀请国内多位著名专家学者,大胆地进行科学研究、探索与实践,广大参建单位和参建员工,发扬筑路人的光荣传统,积极采用先进的科学技术,经过3年默默的拼搏,终于不负众望、如愿以偿。

人类应不断地总结经验,有所发明,有所创造。为了公路建设的可持续发展,我们一边建设,一边总结经验,编写出了《昆曼国际大通道:思茅—小勐养高速公路建设丛书》,对生态高速公路探索和实践经验进行总结,以期抛砖引玉,期望为我国公路建设事业贡献出一点微薄之力。

该套丛书共分五册,第一册为生态公路探索与实践;第二册为雨林公路修建技术(思小高速公路建设论文集);第三册为国门生态路(思小高速公路影集);第四册为公路边坡生态恢复技术;第五册为公路连拱隧道设计与施工技术。

本册汇集了国内外公路生态建设经验,以思小高速公路为实例,阐述了生态公路新理念、探索经验及采取的技术措施,最后阐述了生态公路探索和实践所取得的效果。

本书在编写过程中得到交通部公路司及云南省交通厅等领导的关心、指导和支持,有关及相关的科研、院校、设计、施工、监理和检测单位积极参与,在此一并表示衷心感谢。

鉴于时间仓促,编写水平所限,不妥之处在所难免,希望广大读者批评指正,以使本书所述经验日臻完善。

王珏

2006年11月



目 录

绪论	1
----------	---

第1章 生态呼唤

1.1 生态公路概念解析	4
1.1.1 生态公路的提出	4
1.1.2 生态公路概念辨析	6
1.1.3 生态公路特点	7
1.2 他山之石,可以攻玉	8
1.2.1 国外公路建设经验集锦	8
1.2.2 国外公路成功经验综述	14
1.2.3 国内公路之葩	15
1.2.4 国内公路成功经验综述	24
1.3 思小公路建设环境	25
1.3.1 思小公路地位和作用	25
1.3.2 线路地域环境	26
1.3.3 思茅市、西双版纳傣族自治州	27
1.3.4 丰富的自然资源	28
1.3.5 丰富的旅游资源	30
1.3.6 沿线生态环境	32
1.3.7 西双版纳自然保护区	35
1.3.8 热带雨林	37

第2章 理念先导

2.1 理念探源	42
2.1.1 公路建设新理念提出的背景	42
2.1.2 公路建设新理念的产生	42
2.1.3 新理念的传统根源探析	43
2.2 理念创新	46
2.2.1 保护性理念	47
2.2.2 恢复性理念	47
2.2.3 自然式理念	48
2.2.4 乡土化理念	48
2.3 理念提升	50
2.3.1 思小公路建设理念的形过程	50
2.3.2 安全、和谐、服务和创新	50

第3章 天人和諧

3.1 生态选线	53
3.1.1 走廊带选择——第一层次	54

3.1.2 路线方案——第二层次	56
3.1.3 细部线位方案——第三层次	59
3.1.4 细部路段线形微调——第四层次	61

3.2 原生地貌保护

3.2.1 原生地貌生态目标	61
3.2.2 原生地貌生态保护	62

3.3 野生动物保护

3.3.1 保护物种识别及种群数量调查	66
3.3.2 野生动物活动关键路线	68
3.3.3 野生动物保护措施	68
3.3.4 野生动物通道布设实例	69

3.4 原生植被保护

3.4.1 原生植被及意义	72
3.4.2 原生植被保护措施	72

3.5 水环境保护

3.5.1 污水处理	77
3.5.2 附属区污水处理方案	78
3.5.3 土壤渗滤处理单元工艺设计	78

3.6 边坡生态恢复

3.6.1 边坡生态恢复原则	79
3.6.2 工程实例分析	79

3.7 取弃土场植被恢复

3.7.1 取土场	82
3.7.2 弃土场	82

3.8 生活环境质量恢复

3.8.1 降噪措施比选	85
3.8.2 声屏障降噪原理	86
3.8.3 声屏障设计比选方案	86

第4章 师法自然

4.1 生态公路的塑造

4.1.1 思小公路憧憬	89
4.1.2 生态恢复材料乡土化	90

4.2 边坡的生态恢复

4.3 中央分隔带景观

4.3.1 中央分隔带环境特征	92
4.3.2 中央分隔带景观绿化要求	93
4.3.3 思小公路中央分隔带景观绿化	93

4.4 隧道洞口景观

4.4.1 隧道洞口景观处理原则	95
------------------------	----



目 录

4.4.2 隧道洞口景观实例分析	96
4.5 互通立交区景观	99
4.5.1 立交区景观处理原则	99
4.5.2 思小公路互通立交区景观	100
4.5.3 立交区景观实例分析	102
4.6 休息、观景区	106
4.6.1 国外休息、观景区简介	106
4.6.2 思小公路休息、观景区	111
4.6.3 野象谷隧道休息、观景区规划实例	111
4.6.4 野象谷观景台规划实例	117
4.6.5 思小公路木乃河观景台	121
4.6.6 思小公路松山岭休息、观景台	121
4.6.7 思小公路红沙河观景台	122
4.7 标志美学	122
4.7.1 交通标志系统美学特征	123
4.7.2 交通标志美学设计	124
4.8 景观标志	127
4.9 其他公路景观	129
4.9.1 路侧排水设施隐蔽	129
4.9.2 边坡挡土墙的弱化处理	130
4.9.3 路侧景观小品点缀	131
4.9.4 路侧隔离栅绿化栽植	132

第五章 以人为本 133

5.1 安全预防	133
5.1.1 安全设计	133
5.1.2 公路线形安全性评价	136
5.1.3 隧道安全设计	138
5.2 容错设计	139
5.2.1 容错设计理念	139
5.2.2 路侧安全	140
5.3 全程监控	145
5.3.1 全程监控的提出	145
5.3.2 全程监控系统创新	145
5.4 雾区安全	149
5.4.1 雾区安全研究	149
5.4.2 雾区安全对策	151
5.5 收费管理——计重收费	154
5.5.1 现行收费方式弊端	155
5.5.2 计重收费系统	156

5.6 人性化服务	157
5.6.1 多角度服务需求	157
5.6.2 服务于运输	157
5.6.3 服务于游客	158
5.6.4 服务于居民	161

第6章 生态实践 162

6.1 科学管理	162
6.1.1 决策论证	163
6.1.2 开拓管理思路	164
6.1.3 明确建设目标	164
6.1.4 健全管理制度	165
6.1.5 和谐的管理团队	165
6.1.6 过程管理精细	165
6.2 动态设计	166
6.2.1 思小高速公路野外勘察	166
6.2.2 优化路线提高设计质量	168
6.2.3 动态设计——设计工作的延伸	169
6.3 精细施工	171
6.3.1 施工管理措施	171
6.3.2 施工技术措施	173
6.3.3 注重细节	178
6.4 科技创新	189
6.4.1 科研项目	189
6.4.2 科研成果运用	190

第7章 思小绿色画卷 195

7.1 看绿	195
7.2 潜绿	196
7.3 游绿	196
7.4 享绿	197
7.5 抱绿	198
7.6 品绿	198
7.7 闻绿	199
7.8 醉绿	199
7.9 听绿	200
7.10 想绿	200



► 只要落实科学发展观,开发建设与环境保护可以共赢,人与自然完全可以和谐相处。

绪 论

2006年5月13日,天高云淡、风和日丽,对云南公路建设者来说,这是一个具有历史性纪念意义的日子。上午9:00,中共中央总书记、国家主席、中央军委主席胡锦涛同志在云南省委、省政府等领导的陪同下,从西双版纳出发,乘车全程视察了刚刚建成通车不久的思茅至小勐养高速公路,并在思茅的监控中心亲切地看望了云南交通系统的建设者;在听取了思小高速公路的建设情况汇报后,总书记对思小高速公路建设所取得的成绩给予了充分的肯定与赞扬,并指出:只要认真落实了科学发展观,不仅开发建设与环境保护可以共赢,人与自然也完全可以和谐相处。

思茅至小勐养公路于2006年4月6日正式建成通车,本项目起自思茅止于景洪境内小勐养镇;路线穿过神秘的热带雨林,通向美丽的西双版纳,是213国道兰州—成都—昆明—磨憨中的南部路段和云南省“三纵三横、九大通道”公路网规划中重要建设项目之一,也是昆曼国际公路中跨越国门—磨憨口岸之前的一特殊路段。昆曼国际公路从昆明开始,经玉溪、思茅、小勐养、磨憨,经老挝进入泰国,途径泰国清莱,到达曼谷,全长1818km,称为通往东盟诸国的国际大通道,同时,也是亚洲公路网A3线上一重要路段。

思小高速公路,无论在省道网中、西部大开发通道中、国道网中,还是在昆曼大通道和亚洲公路网中,都处于特殊位置。它的建成对振兴云南经济,开通国际大通道,促进国际文化交流,起着举足轻重的作用。对贯彻西部开发战略部署,促进中国—东盟自由贸易区的和平与繁荣,带动沿线社会经济发展和资源开发,加强各民族团结都具有重要的意义。

思小高速公路路线全长97.75km,比原213国道缩短了24.6km,通行时间可由4小时缩短到1个多小时。技术标准为山岭区四车道高速公路,计算行车速度60km/h,路基宽22.5m。全线土石方工程量1658万立方米;排水及防护工程88万立方米;全线共设桥梁342座、涵洞284道、隧道30座,桥、隧道长度占路线总长的26.4%;全线设置全互通式立交5处,半互通式立交3处。项目概算总投资39.95亿元。

思小高速公路建设之初,正是交通部坚持以科学发展观为指针,提出“安全、耐久、节约、和谐”的公路建设新理念的时候,并且明确地指出,交通的发展,应该是数量、质量、技术、管理的同步跨越。2004年9月,在全国公路勘察设计工作会议上,又系统地提出了“六个坚持,六个树立”的公路勘察设计理念,成为交通行业实践和落实科学发展观的具体指导方针,是新时期公路建设的理论核心,也是“坚持以人为本,树立全面、协调、可持续的科学发展观”在公路建设中的具体体现,更是实现我国公路建设又快又好发展的根本保障。面对新的理念和更高的社会要求,云南省委、省政府十分重视思小公路的建设,要求在加快建设的同时,切实贯彻落实科学发展观,按照交通部的建设新理念,最大限度地保护好沿线的生态环境,把思小路建成为一条人与自然的和谐生态环保公路。为此,思小公路建设者们结合自身的实际情况,把公路建设新理念不断融入和实践到工程建设的全过程中,从设计、建设、管理等各方面,严格按照交通部典型示范工程的标准,全面落实科学发展观的各项要求。通过三年努力,取得了很好的效果,实现了投资受控、质量优良、工期提前、环保达标、工程安全、项目廉洁的建设目标。

思小公路在设计、建设及贯彻落实公路建设新理念进程中,得到了交通部、云南省委、省政府、省交通厅的大力支持和帮助。交通部翁孟勇副部长、徐祖远副部长、凤懋润总工程师等亲临现场指导,云南省委、省人大、省政府、省政协多次到工地视察指导,交通部典型示范工程专家多次到现场进行技术咨询,云南省交通厅也成立了典型示范工程领导小组和专家组,交通厅领导多次到现场检查,明确建设目标和要求,并针对项目特点和不同阶段的技术要求,带领专家组对思小公路进行了定期、不定期的咨询和指导,及时优化、完善建设方案。思小公路建设者在上级领导的关怀下,在思茅、西双版纳两地州各级政府的支持下,项目指挥部精心组织设计、施工、监理等单位,学习、领会和贯彻公路建设新理念,从提升理念、提高认识入手,认真听取交通部专家的宣讲,深刻领会“六个坚持六个树立”的内涵,充分学习和吸收省内外、国内外先进的经验和做法,并应用到建设的各个环节。

走在通车后的思小公路上,给人的最大感受就是路内标线清晰、线形顺美;路侧林木葱葱、花草争艳,处处体现出公路与自然的和谐,让人赏心悦目。本工程建设的亮点,可以概括为以下几个方面:

(1)天人和谐、尊重自然,把保护环境贯穿工程的全过程

思小公路全线有37km经过热带雨林,其中18km穿越小勐养自然保护区实验区。在保护珍贵的热带雨林,尽量减少对自然保护区的影响方面,贯彻了“不破坏就是最大的保护”的理念,最大限度地保护生态、最小程度地破坏生态、最快速度地恢复生态。

以“保护、恢复”统领全线的环保工作。路线设计时充分考虑山形地势、不追求高线形指标,路基布置灵活、边坡处理自然和谐,宜桥则桥、宜路则路,隧道洞口简洁自然。线路通过自然保护区时,选择了对保护区影响最小、对两侧地形切削最小的线位、对施工场地要求最小的结构形式,达到最大

注:“六个坚持、六个树立”具体内容见本书第二章——编辑注。

限度保护环境的目的；在施工中，做到“不该砍的树一棵不砍”、能少碰的树尽量少碰，需要碰的树也只是截枝断顶，追求“静悄悄”的效果，实现“桥从林上过、树在桥下长”、“与象共舞”的目的；在绿化时机的选择上，做到绿化与土建工程同步进行，提前发挥绿化的作用、降低施工期水土流失。在绿化物种选择上，体现“本土化、多样化”的原则，避免生物入侵、丰富景观内涵。

通过采取以上措施，使思小高速公路真正成为了一条生态高速公路，满足了“车在林中行，人在画中游”的美好愿望，实现了路与自然、人与自然的和谐。

(2) 师法自然、独具匠心，公路景观体现民族内涵

西双版纳傣族自治州以傣族为主的10多个少数民族，经过几个世纪的繁衍生息，形成并保留了独具特色的民族文化、传统习俗和生活方式，众多历史遗迹、佛塔佛寺、亭井以及具有代表性的民居和村寨、民族节日、宗教和民族风情，构成独特多样的人文景观，这些都是营造特色化公路景观取之不竭的源泉。为体现这些文化，思小公路建设者充分结合项目地域特色，巧妙地设计了傣族公主帽形隧道洞门、傣族特色的服务区建筑，以及生动直观的个性化标志牌等。在景观设计上，体现“融、弱、细、突”原则，淡化人工痕迹、强化当地景观特征；尊重少数民族习惯和风俗，路线为“神树”让路、为百年芒果树让路。建设过程中注重公路自身景观与沿线自然景观、人文景观的和谐，注重公路设施与交通需求的和谐，使公路在满足功能的同时，与沿线环境融为一体，使思小公路成了一条环保之路、景观之路和生态之路。

(3) 以人为本、安全至上，把安全放在重要位置

在很多细节处理上，时刻为司乘人员考虑。采取一切有效方法和措施，消除了公路安全隐患，保证了公路设施自身安全和车辆的运行安全。在线形设计上，以运行车速理论为指导，通过对线形指标的级差控制，强调线形的合理衔接和过渡，对速度级差较大路段，通过增大超高、设置限速标志等措施予以弥补，以达到减少交通事故、保证公路运行安全的目的；路基边沟设置为浅边沟和盖板边沟，有条件路段，结合地形条件利用废方、弃渣放缓路堤边坡，适当设置路侧净区，体现宽容设计理念；路侧护栏尽量远离路肩，桥梁护栏端部尽量外展，在护栏的衔接上，做到线形连续、刚度渐变，降低了事故的损失；在多雾路段设置雾灯，降低雨雾天气对行车安全的影响，达到有效减少安全隐患的目的，体现了以人为本的要求。

(4) 细致入微、增强服务，满足游客多层次需求

以人为本，以民为基，为了让众多游客尽情欣赏美景，缓解旅途疲劳，充分体现雨林旅游公路的特色，思小公路结合地形和景观特点，在沿线设置了多处停车点、观景台、服务区等，用小亭点缀环境，用条石踏步连接溪岸，设计人性化的标志牌和生态型声屏障，给人以舒适、温馨的感觉。在细微之处体现对司乘人员、游客和沿线群众的全方位关怀。

为了充分发挥公路建设对沿线经济社会发展和旅游开发的带动作用，思小高速公路的建设不但为司乘人员提供基本的出行服务，也为游客提供了附加的游览观光服务，降低了对沿线群众生产生活的的影响，方便交通出行。

值得一提的是，该路已被纳入思茅至西双版纳的旅游精品线路的组成部分，介绍该路的宣传材料已成为当地导游的必修之课。

再精彩的论述终难比身临其境的真实体会与感受，思小高速期待您的光临。

► 热带雨林, 风光旖旎, 是珍贵植物、珍稀动物、人类生存和发展的基因宝库。世人呼唤, 需要保护。

第1章 生态呼唤

2006年4月6日, 思小高速公路建成通车, 西双版纳热带雨林得到了有效保护。山水舞银蛇, 一条现代化的高速公路穿越茫茫林海, 与热带雨林风光、乡土风情、人文景观和现代高科技融为一体, 形成了地球上的一道靓丽的风景线, 构成了一幅人与自然、资源与环境、开发与保护并重的杰作。一条生态大道、景观大道、绿色通道展现在人们面前, 当人们驾车驶入这条随山形舞动的彩带, 如入仙境一般, 时而飘于树梢, 飞越田野; 时而潜入谷底, 隐入青山绿水之中。已在昆明至西双版纳公路上开了20多年车的王师傅说, 在思小路上开车, 最大的感受就是“养眼、舒服”, 一个字——“爽”。

这种“养眼”和“舒服”的美感揭示了思小高速公路的建设特点——实现了工程建设与环境保护的共赢, 对思小高速公路特点的定位也不约而同地集中到“生态公路”上来, 正如交通部凤懋润总工程师所评价的: 思小高速是名副其实的“国门生态路”, 那么究竟应该如何理解“生态公路”的内涵呢? 生态公路这个概念是怎样提出来的呢?

1.1 生态公路概念解析

1.1.1 生态公路的提出

在公路的前面, 冠上“生态”二字, 表明公路建设要与自然和谐发展, 成为实现人类可持续发展的组成部分。

公路是一个人工环境, 对生态环境的影响是多层次、多方面的。从

地域范围来看,生态公路不仅与社会紧密结合在一起,而且与周围自然环境密切相连,与地形地貌、空气、河流、地下水、土地、农作物、森林植被、野生动物息息相关。

(1)生态公路的提出

公路为满足人类社会发 展而诞生,它的建设必然入侵原有生态系统,形成一个人工生态系统。这一系统生存,不仅需要从其他系统中摄入大量的物质、能量,同时也不断向外界排出大量废弃物,才能维持公路的正常运转。公路存在的目的,在于满足人类的运输需求,而其一旦存在,对环境的影响也随即存在。因此说,公路成为一个完善的系统,所有废弃物都在单体内消化是不现实的,也是不可能的。据此,提出生态公路理念,就是强调公路生态化,是以生态学理论指导生态公路的发展,注重其实现最大生态化,而不是要求像自然生态系统那样维持稳定和可持续性。

综上所述,生态公路的提出,应当说是人类向自然生态系统学习的过程,但是,建立完全符合自然规律的公路生态系统也是不现实的(图1-1)。根据物质的耗散结构理论,公路对环境的影响是不可避免的,因此应采取措施减少公路对环境的影响。我们所研究的生态公路,就是讨论如何减少公路对环境的不利影响,并对不可避免的环境影响进行补偿,这是生态公路的基本立足点。

(2)生态公路内涵

从宏观来讲,生态公路是由生态环境、社会经济和建设技术等多种构成因素相互作用、相互影响、相互制约而成的综合体,是可持续发展战略在公路领域的具体体现,与区域的环境承载力相适应。

①区域宏观层面

公路生态环境是一个包含了社会、经济、自然环境在内的复合环境系统。它围绕环境主体,即人类建立起的,具有多种组合的,并通过物质循环、能量流动和信息传递于主体,然后产生相互联系的复杂系统。与公路相关的居民因生产、生活活动而形成的社会实体及其氛围(如思想、文化),构成了社会环境,而与经济产出有关的要素体系构成了经济环境(如产地、市场等)。所以,从宏观方面来讲,生态公路是从生态观点研究公路系统与社会、环境和经济的宏观关系,对公路进行合理布局,使区域公路发展在区域环境承载力的容许范围之内,实现经济效益、社会效益和环境效益的综合效益最大化。

②公路微观层面

公路微观层面,也就是说从公路实体的角度分析,生态公路是以生态学原则为指导,以生态环境和自然条件为取向,所进行的一种既能获得社会经济效益,又能促进生态环境保护的边缘性生态工程和建造形式。这一定义阐明了一个基础(生态学)、一种取向(生态环境和自然条件)和两个功能(经济效益和生态环境保护),并在此基础上形成两个实体(生态工程和建筑工程)形态。

从实施过程来讲,生态公路是指在公路的设计、施工运营中与自然环境相融合,适应环境,尽量减少对环境的破坏与污染,其不仅要创造好自身的人工环境,更要处理好与整体生态系统的关系,达到与环境的协调发展(图1-2)。这一思想要求人们要充分的尊重自然,正确认识自然,合理而有效地利用自然规律去建设、管理公路,使公路建设对自然产生的破坏最小,人工恢复自然生态系统的效

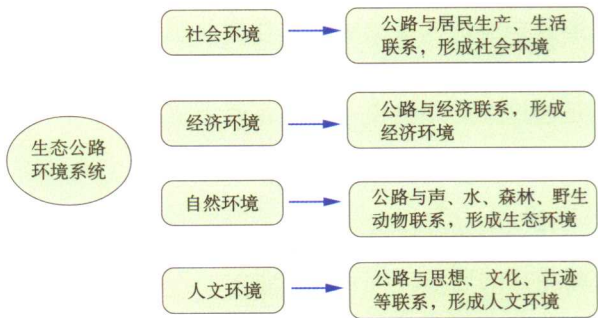


图 1-1 公路生态系统

能最大,使公路不但从景观上与自然融合,更要使公路实体与自然环境尽可能做到相互融合。

总的来说,生态公路是生态与公路建设结合的产物,其发展应遵循自然生态规律与区域公路的发展要求,生态公路是建立在发展与环境相互协调的基础上,以生态系统(自然)的良性循环为基本原则,综合考虑决策、设计、施工、运营、管理的全过程,在一定区域范围内,结合环境、经济和社会发展状况而建立起来的公路系统。

③生态公路组成

生态公路是由汽车运输活动与公路环境两大部分构成。人类的运输活动在此系统中占主导地位,环境是公路交通环境,公路及交通活动成为联系人与其他生物和环境的纽带。人与自然的关



图 1-2 与环境和諧相处的公路

1.1.2 生态公路概念辨析

随着对公路环境问题认识深化,在公路建设领域出现了可持续发展公路和公路生态工程等与生态公路相关的理念。所有这些理念,从不同角度描述了公路与环境相协调的问题(图 1-3)。

(1)可持续发展公路

生态学理论是可持续发展思想的理论基础之一,生态公路是公路建设的终极目标。可持续发展是社会发展的指导思想,公路发展的宏观方向,更侧重于从大系统的角度理解公路与社会、经济的关系,更加强调社会成员公平的享受运输所产生的效益。

(2)公路生态工程

公路生态工程是从公路工程的角度出发,以生态学基本理论和方法为基础,以提高公路安全和环境保护为目的,对公路与生态系统进行人工设计,采用自然恢复和人为

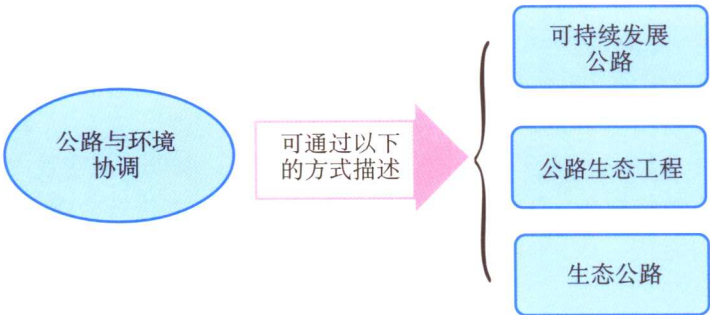


图 1-3 公路与环境描述方式

的生态重建相结合,即注重土木工程材料,又注重生物材料,建立生物群落结构合理、景观生态优美、视觉效果和谐而且高效经济的公路。

公路生态工程包括:公路征地范围内的用地,有中央分隔带、土路肩、上下边坡、排水沟、隔离栅、桥梁等构造物,以及立交区、服务区、管理所等,还有取、弃土场地等需要恢复植被的土地。公路生态工程技术是把公路征地范围的生物和非生物看作一个整体,是整个公路工程的一个有机组成部分,以提高安全和舒适性以及美化、减噪、净化空气、生态恢复和优化等为目的,最大范围地采用生物材料,减少公路对周围环境的影响所实施的植被恢复工程技术。

生态工程设计,就其本质而言,可以说是一种系统的认识,是重新安排人与环境关系的人类生态规划设计,也就是按照生态学原理、方法和系统科学的手段去辨识、模拟和设计人工生态系统内的各种生态关系,探索改善系统功能,促进人与环境关系持续发展的可行性调控政策。公路生态工程设计应主要基于沿线生态环境的保护、恢复及优化。在公路设计中充分考虑生态工程设计,不但体现了人类活动与地域环境的不可分原则,而且能够全面考虑设计区域内部与外部的各种关系,同时也尊重了涉及区域内的土地、环境和栖息者的自然属性。从内容上看,公路生态工程是生态公路的重要组成部分,公路生态工程是实现生态公路的工程技术手段,公路生态工程的研究和实践必将对生态公路的发展有良好的促进作用。

(3)生态公路

生态公路是一个全新的概念,是可持续发展思想在公路领域的具体体现,生态公路只有符合可持续发展原则下才会具有生命力,可持续发展公路通过生态公路得以实现。当然,生态公路和可持续发展公路都必须满足公路建设的总原则,即:经济合理性、技术可行性和环境的可持续性。

1.1.3 生态公路特点

(1)生态性

生态性是生态公路最基本的特性,也是它存在的基本条件。生态公路的生态性主要表现在公路具有良好的生态位,良好的生态环境质量,良好的景观效果和以绿化为主的结构模式等。

①良好的生态位

在公路设计之前,应对工程的地质条件、占地情况、自然环境等作综合分析,为公路布设在对环境生态系统压力和影响最小的位置上提供宏观的环境信息,创造具有良好的生态位。

②良好的生态环境

公路建设受到地质、地形、水文等自然条件的制约,又受到现有生产力水平、生产工艺、生产工具等技术条件制约,还受到社会经济水平制约,使公路建设不可避免地沿线的生态环境造成一定的影响,如植被破坏、水土流失、用地分割等。在现存条件下,生态公路就是要综合运用各种工程措施、生物措施、农艺措施、管理措施等将公路建设的破坏限制在最小范围内,降低到最小程度。而对于已造成的破坏采取最大可能的恢复措施,重建新的生态系统,使新建群落尽快达到顶级群落,并对占用的地域进行补偿。

③良好的景观环境

生态公路在景观层面上的特征是最直观、最易被人感知的特征。生态公路给行驶者的印象不应只是钢筋网、混凝土墙和沥青路面,生态公路要营造良好的行车环境。因此,生态公路必须通过合理选线,使公路路线最佳地适应于景观;通过公路的布局和设计来展示并加强公路景观,通过科学的绿化美化来改善景观。

④以绿化为主的结构模式

绿化建设是维护地球生态系统最经济、最实际、同时也是最有效的一种手段。自然演化的历史表明,只有绿色生命存在,才能支撑人类社会生命活动,绿色植物生命群落的数量和质量大小是维持地球表层人类生存环境生态平衡的重要因素之一。公路绿化不但可以达到防治水土流失、净化空气、预防噪声的目的,还可以维持自然生态系统的动态平衡。

(2)双重性

生态公路是人工生态系统的一种,是以汽车运输活动为主题的结构物,但也包含很多自然组分,

如地形、地质等,并对公路的生态特性、生存发展产生重要影响及制约作用。它是人工与自然的结合体,具有二者的双重特性。

1.2 他山之石,可以攻玉

公路与其他工程建设一样,对沿线生态环境的影响,是不可忽视的。这个问题已引起世人广泛关注(图1-4)。为此,在上世纪末期,交通部颁布了公路环境保护规范,2000年国务院批准《全国生态环境保持纲要》,实行建设与环境“三同时”政策。思小高速公路生态建设提到议事日程之初,生态环境保护问题就成为了亟待解决的难题之一。

因此,建设思小高速公路,迫切需要探索出一套适合热带雨林生态保护的方法和措施,实现人与自然和谐发展。

人类社会每一个进步,总是踏在前人脚步的基础上。无论国内外,在公路生态环境保护中,都积累了不少成功的经验,也取得了不少教训。思小高速公路在筹建时期,从中吸取了许多教益,“他山之石,可以攻玉”,就我们所知的一些实践经验,在本节中做一简要归纳,这些经验给了我们许多启迪,开拓了思路,对于探索生态公路建设大有裨益,提供了极有参考价值的资料和可借鉴的经验。



图1-4 人与自然不和谐实例

1.2.1 国外公路建设经验集锦

欧美及日本、韩国等发达国家,以审美为主题,注重公路环境保护,重视景观规划设计,充分利用地形地貌、山水草木等因素,使公路与生态环境相协调。设计时宁愿降低技术指标,或提高工程造价,绝不轻易大填大挖。

美国著名景观规划设计师麦克哈格在其著名的《设计结合自然》(design with nature, 1969)一书中,提出路线方案选择除考虑一般的自然地理、交通和工程标准之外,还要结合资源价值、社会价值和美学价值等因素进行综合考虑,不但考虑汽车运行问题,而且要考虑对自然生物影响,提出了图层叠加的路线选择方法,使公路工程设计与环境有机结合,减少公路对环境的影响。

(1) 奥地利

奥地利在其境内的阿尔卑斯山区,高速公路最大纵坡采用到7%,平曲线半径十分灵活,宜大则大,宜小则小。

在多瑙河谷地修建高速公路时,把线路布设在离河流10~30km高原上,虽然提高了造价,却保护了河流两岸的生态环境,其决策的远见卓识可见一斑。多瑙河位于奥地利北部,横贯其全境。奥北部的人口及城市、村镇,主要分布于该河谷地。从经济效益及快捷等分析,高速公路应布设在河谷地带,然而,奥地利的道路工程师们把路布设在多瑙河以南的高原地,离开多瑙河约10~30km。他们的远见卓识,给奥北人民保全了蓝色多瑙河的美景乐境(图1-5)。当人们驱车进入多瑙河谷地时,首先迎接丰沛、清莹的多瑙河水;河北侧林木茂密而秀美的山峰(图1-6),以及映入河水之中的山影,